

# SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI MECHANICAL SYSTEMS DYNAMICS

(TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE: MECHANICAL SYSTEM DYNAMICS)

Corso di Laurea di  
MECHANICAL ENGINEERING

Insegnamento

Triennale/Magistrale A.A. 2020/2021

Docenti: \_\_\_prof. Giuseppe Carbone\_\_\_

☎\_080 - 5962746

email: giuseppe.carbone@poliba.it\_\_\_

SSD

CFU

Anno di corso (I, II o III)

Semestre (I o II)

Insegnamenti propedeutici previsti: non sono previste propedeuticità.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

NB I risultati di apprendimento attesi sono quanto lo Studente dovrà conoscere, saper utilizzare ed essere in grado di dimostrare al termine del percorso formativo relativo all'insegnamento in oggetto. Essi devono essere pertanto descritti "per punti" elencando le principali conoscenze e capacità che lo Studente avrà acquisito al termine del corso. Nella descrizione delle conoscenze e delle capacità occorre prestare attenzione ai seguenti aspetti:

- verificare che i risultati di apprendimento attesi siano coerenti con gli obiettivi formativi specifici del Corso di Studio riportati in allegato a
- verificare che vi sia adeguata corrispondenza tra le conoscenze e le capacità e gli argomenti descritti nella sezione relativa al Programma;
- verificare che i risultati di apprendimento inseriti nella scheda siano corrispondenti con quanto riportato nella Scheda Unica del CdS, Quadro A4.b.2. In tale sezione viene delineato un primo quadro dei risultati di apprendimento attesi, suddivisi per gruppi di insegnamenti (attività formative di base, attività formative caratterizzanti, attività formative affini e integrative). Si veda allegato b
- verificare, soprattutto nel caso di insegnamenti legati da vincoli di propedeuticità, che i risultati di apprendimento attesi in relazione all'insegnamento "che precede" costituiscano i necessari requisiti preliminari per i risultati di apprendimento relativi all'insegnamento "che segue"

### Conoscenza e capacità di comprensione (max 4 righe, Times New Roman 10)

Il corso si prefigge di fornire conoscenze specifiche sugli argomenti relativi alla definizione e analisi, dal punto di vista cinematico e dinamico, di componenti e organi di macchine. Contestualmente le lezioni saranno finalizzate all'apprendimento della scelta e progettazione di componenti meccanici per il loro utilizzo all'interno di sistemi meccanici complessi.

### Knowledge and ability to understand

The course aims to provide specific skills on the topics related to the kinematical and dynamical analysis mechanical components and machine devices. The lecturers will be aimed at providing the students with the ability to engineer mechanical components based on the function they will take to operate complex mechanical systems.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione (max 4 righe, Times New Roman 10)

Al termine del corso gli allievi saranno in grado di effettuare l'analisi dinamica 3D di sistemi meccanici, di studiare il comportamento delle macchine, di valutare la risposta dinamica di materiali viscoelastici e dimensionare coppie lubrificate.

### Ability to apply knowledge and understanding

At the end of the course the student will be able to carry out a dynamical analysis of 3D mechanical systems, to study and describe the mechanical behavior of machines, and estimate the dynamical response of viscoelastic materials and lubricated systems.

### Eventuali ulteriori risultati di apprendimento attesi, relativamente a:

**Autonomia di giudizio:** Lo studente acquisirà autonomia di giudizio sulle tecniche più idonee per lo studio e la progettazione funzionale sistemi meccanici complessi e organi macchine.

**Abilità comunicative:** Lo studente acquisirà una corretta terminologia tecnica ed una adeguata capacità di comunicazione. Lo sviluppo di abilità comunicative, orali e scritte, sarà anche stimolata attraverso la discussione in aula e lo svolgimento di temi finalizzati a sviluppare le capacità descrittive sia in forma testuale che grafica.

**Capacità di apprendimento:** Le capacità di apprendimento sarà stimolata attraverso discussioni in aula relative a piccoli esperimenti condotti dal vivo durante le lezioni.

**Autonomy of judgment:** The student will acquire judgement ability on those techniques more suitable to carry out the functional design of complex mechanical systems and machine components.

# SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI MECHANICAL SYSTEMS DYNAMICS

(TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE: MECHANICAL SYSTEM DYNAMICS)

Corso di Laurea di  
MECHANICAL ENGINEERING

Insegnamento

M Triennale/Magistrale A.A. 2020/2021

**Communication skills:** The student will acquire the right technical terminology and adequate communication ability. The development of spoken and written communications abilities will be also stimulated through the discussions in the classroom and through the assignments of home-project aimed at developing communication both textual and graphical capabilities.

**Learning skills:**

The learning abilities will be stimulated through discussion of small experiments carried out in the classroom during the lessons.

**PROGRAMMA** (in italiano, min 10, max 15 righe, Times New Roman 10, raggruppando i contenuti al massimo in 10 argomenti)

**1. CINEMATICA E DINAMICA DI SISTEMI MECCANICI IN 3D (30h, 3 CFU):** Sistemi di riferimento, matrice di rotazione e trasformazione di coordinate, tensore velocità di rotazione, teorema di Poisson, composizione delle rotazioni finite; angoli di Eulero. Richiami di cinematica di un corpo rigido nello spazio; Esempi: giunto di Cardano-Hooke, giunti omocineticici. Geometria delle masse di corpi rigidi in 3D; tensore ed ellissoide d'inerzia e loro proprietà; rappresentazione matriciale delle equazioni cardinali della dinamica, teoremi di conservazione. Punti di equilibrio e stabilità. Esempi: equilibratura statica e dinamica, stabilità delle rotazioni, giroscopio.

**2. LUBRIFICAZIONE (15 h, 1.5 CFU):** Viscosità nei fluidi; Curva di Stribeck, Equazioni di Reynolds in una e due dimensioni. Applicazioni ad alcuni casi elementari; Cuscinetti reggispinta lubrificati; cuscinetto Michell, cuscinetto portante completo e parziale. cuscinetti idrostatici. Cenni di lubrificazione elasto-idrodinamica.

**3. MATERIALI VISCOELASTICI (30 h, 3 CFU):** Memoria ed equazioni costitutive. Linearità, invarianza traslazionale, principio di causalità. Gradino unitario e delta di Dirac. Funzione di rilassamento e funzione di creep. Determinazione della risposta di un materiale viscoelastico lineare. Serie di Fourier e trasformata di Fourier. Trasformata di Laplace e relativi teoremi, relazione tra trasformata di Laplace e trasformata di Fourier. Modulo viscoelastico complesso, moduli di storage e loss. Causalità e relazioni di Kramers-Kronig. Teorema fluttuazione dissipazione. Modelli di materiali viscoelastici: Kelvin-Voigt, Maxwell, Kelvin, modello generale viscoelastico lineare. Esempi di risposta transitoria di un materiale viscoelastico.

**4. FONDAMENTI DI DINAMICA LAGRANGIANA (15 h, 1.5 CFU):** coordinate Lagrangiane e spazio delle configurazioni; principio dei lavori virtuali; equazione di Lagrange; piccole oscillazioni; analisi modale; vibrazioni di sistemi viscoelastici; cenni di vibrazioni stocastiche, vibrazioni autoeccitate, fenomeno di *stick-slip*.

**CONTENTS** (in English, min 10, max 15 lines, Times New Roman 10, )

**1. RIGID BODY DYNAMICS IN 3D (30 h, 3 ECTS):** Reference frames; rotation matrix and coordinate transformation, angular velocity tensor, Poisson's theorem, composition of finite rotations. Rigid body kinematics in 3D; examples: Cardano-Hooke universal joint, homokinetic joints. Mass distribution, center of mass, definition and properties of the inertia tensor and inertia ellipsoid. Matrix representation of the 3D equation motion of a rigid body, conservation theorems. Equilibrium points and stability. Examples: 3D body static and dynamic balancing techniques; stability of rotation, gyroscope.

**2. LUBRICATION (15 h, 1.5 ECTS):** fluid viscosity; Stribeck curve, Reynolds equations in one and two dimensions. Examples: axial bearing; Michell bearing, Hydrostatic bearings. Journal bearing, partial journal bearing. Introduction to elasto-hydrodynamic lubrication.

**3. VISCOELASTIC MATERIALS (30 h, 3 ECTS):** Memory and constitutive equations. Linearity, translational invariance causality principle. Unit step function and Dirac delta. Creep and relaxation functions, experimental identification of the response function of a linear viscoelastic materials. Fourier series and Fourier transform, Laplace transform e related theorems. Relation between the Laplace and Fourier transform. Viscoelastic complex modulus, storage modulus and loss modulus. Causality and Kramers-Kronig relations. Phenomenological models of viscoelastic materials: Kelvin-Voigt, Maxwell, Kelvin, general standard linear viscoelastic models. Examples of the transient response of a linear viscoelastic material.

**4. FUNDAMENTAL OF LAGRANGIAN DYNAMICS (15h 1.5 ECTS)** Lagrangian coordinates and configuration space; principle of virtual work; Lagrange equations, small vibrations, modal analysis, vibrations of viscoelastic systems; introduction to stochastic vibrations, self-excited vibration, stick slip.

**PREREQUISITI**

Disegno, Meccanica Razionale e Meccanica Applicata alle Macchine I

Drawing, Rational Mechanics, Applied Mechanics I

**MATERIALE DIDATTICO** (max 4 righe, Times New Roman 10)

1. Dispense e materiale didattico disponibile in rete <https://politecnico Bari.sharepoint.com/sites/dmmdidattica>
2. Callegari, Fanghella, Pellicano, "Meccanica Applicata alle Macchine", CittàStudi, 2013

# SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI MECHANICAL SYSTEMS DYNAMICS

(TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE: MECHANICAL SYSTEM DYNAMICS)

Corso di Laurea di  
**MECHANICAL ENGINEERING**

**Insegnamento**

**Triennale/Magistrale A.A. 2020/2021**

3. R. M. Christensen “**Theory of Viscoelasticity**”, Dover Civil and Mechanical Engineering
4. D. Maugis, “**Contact, Adhesion and Rupture of Elastic Solids**”, Springer Series in Solid-State Sciences, Copyright 2000 by Springer Verlag Berlin Heidelberg.
5. B. J. Hamrock, S. R. Schmid, B. O. Jacobson, “**Fundamentals of Fluid Film Lubrication**”, Copyright 2004 by CRC, Marcel Dekker Inc. New York – Basel.

## MODALITA' DI ESAME

<b>L'esame si articola in prova</b>	<b>Scritta e orale</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Solo scritta</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Solo orale</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Discussione di elaborato progettuale</b>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<b>Altro, specificare</b>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
<b>In caso di prova scritta i quesiti sono (*)</b>	<b>A risposta multipla</b>	<input type="checkbox"/>	<b>A risposta libera</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Esercizi numerici</b>	<input type="checkbox"/>

(\*) E' possibile rispondere a più opzioni

## MODALITA' DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO E REQUISITI MINIMI DI APPRENDIMENTO

L'esame prevede una prova orale che intende verificare le conoscenze dello studente in relazione alla capacità di sintetizzare ed integrare gli argomenti trattati nel corso verificando il livello di comprensione dell'argomento e l'utilizzo della terminologia appropriata.

The exam includes an oral examination to verify the student's knowledge and understanding of the topics covered and its ability in making use of the right terminology and technical language.

## ALLEGATI

- a) **obiettivi formativi specifici del Corso di Studio (Quadro A4.a della Scheda Unica del Corso di Studio)**
- b) **risultati di apprendimento attesi per il raggruppamento di insegnamenti di cui fa parte l'insegnamento in oggetto (Scheda Unica del CdS, Quadro A4.b.2)**